

Technische Aspekte der Versorgungssicherheit

„Stromversorgungssicherheit
von allen Seiten betrachtet“

Institut für Elektrische Anlagen und Netze der TU Graz

- Gegründet 1940
- Leiter seit 2017: Univ.-Prof. Robert Schürhuber
- rund 20 Mitarbeiter
- Kernkompetenzen:
 - Netzanbindung von Erzeugungsanlagen
 - Stationäre und dynamische Netzanalysen
 - Erdung und elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
- Bewährte Partnerschaften mit Industrie und Netzbetreibern



Ausdehnung

- Lokal, einige wenige Kunden betroffen
- Regional, einige Tausend Kunden betroffen
- Europaweit, einige Millionen Kunden betroffen

Betroffenes Netz

- Verteilnetz: Niederspannung, Mittelspannung
 - „Holzmasten“
- Übertragungsnetz: Hochspannung
 - „Stahlmasten“

Ursachen

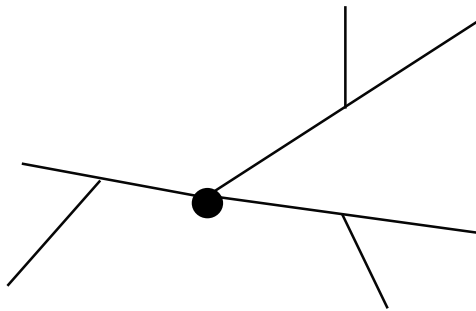
- Wetter, Umwelteinflüsse
 - Gewitter, Sturm, Schnee, Waldbrand,
- Komponentenversagen
 - Alterung, Beschädigung, ...
- Menschliches Versagen
 - Fehlschaltung, ...

Wiederversorgung

- Teilnetz „einfach wieder Einschalten“
 - eventuell Reparaturen notwendig
- kompletter Netzwiederaufbau nach Blackout
 - schwarzstartfähige Kraftwerke, Wiederversorgungskonzepte

Verteilnetz:

Nieder- und Mittelspannung („Holzmast“)
strukturell Strahlennetz

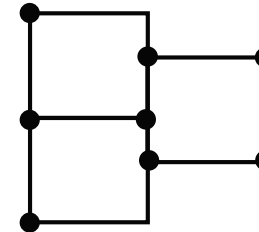


Analogie zu Straßennetz:

Wenn eine kleine Nebenstraße, die in ein Tal führt, von einem Erdbeben verlegt wird, sind die Bewohner dahinter abgeschnitten, bis die Straße repariert ist

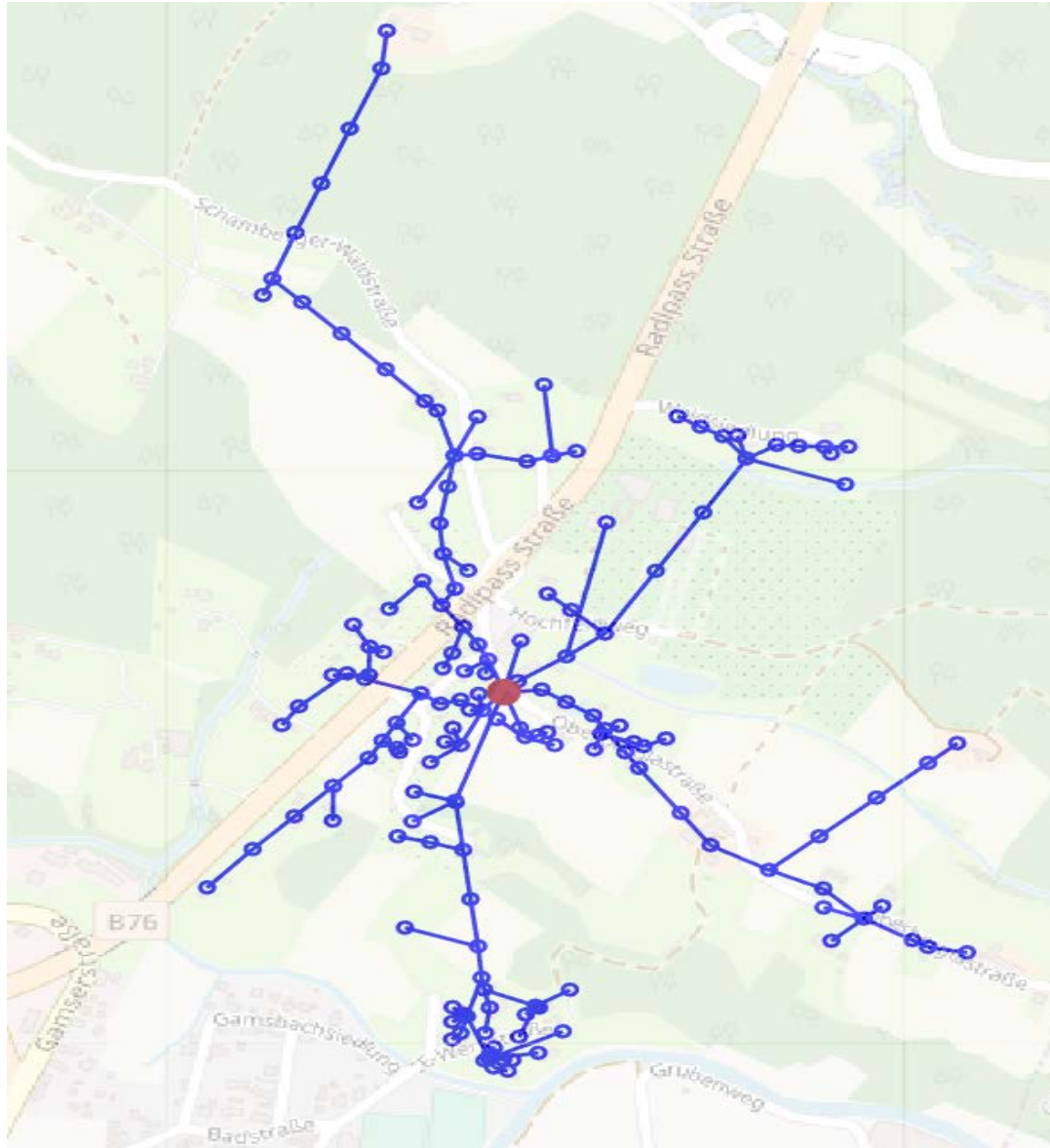
Übertragungsnetz:

Hochspannung, „Stahlgittermast“
strukturell vermaschtes Netz



Analogie zu Straßennetz:

Autobahnen, wenn die A2 bei Wr. Neustadt gesperrt ist, kann über den Semmering ausgewichen werden.



**Niederspannungsnetz und
Mittelspannungsnetz („Holzmast“)**

230 V bis 20.000 V

einzelne Zweige, keine Maschen

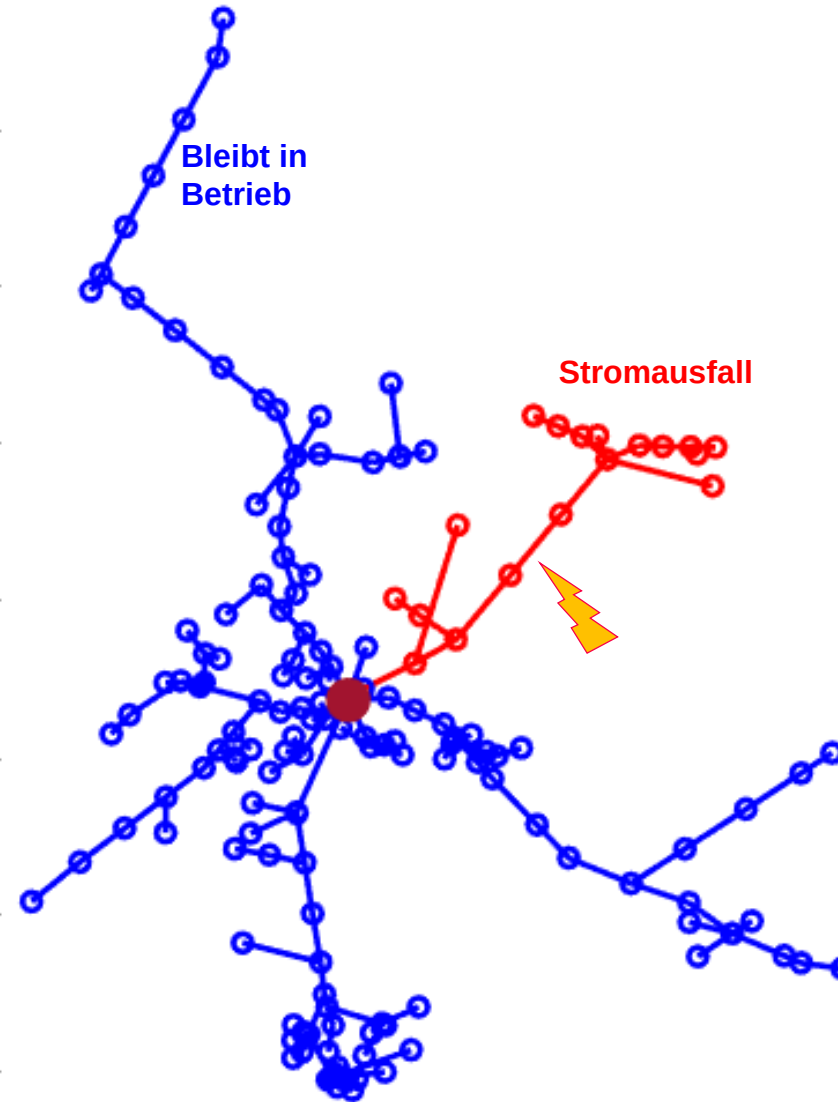
**Analogie zum Straßenverkehr:
„Gemeindestraße“**



Quelle: gaitai-journal



Quelle: orf



Einzelereignis

Schalter im Umspannwerk trennt den Fehler vom Rest des Netzes

Im Extremfall können es viele „Einzelereignisse“ sein!



Fernsehen TVthek Radiothek Debatte Österreich Wetter Sport News ORF.at im Überbl

steiermark ORF.at

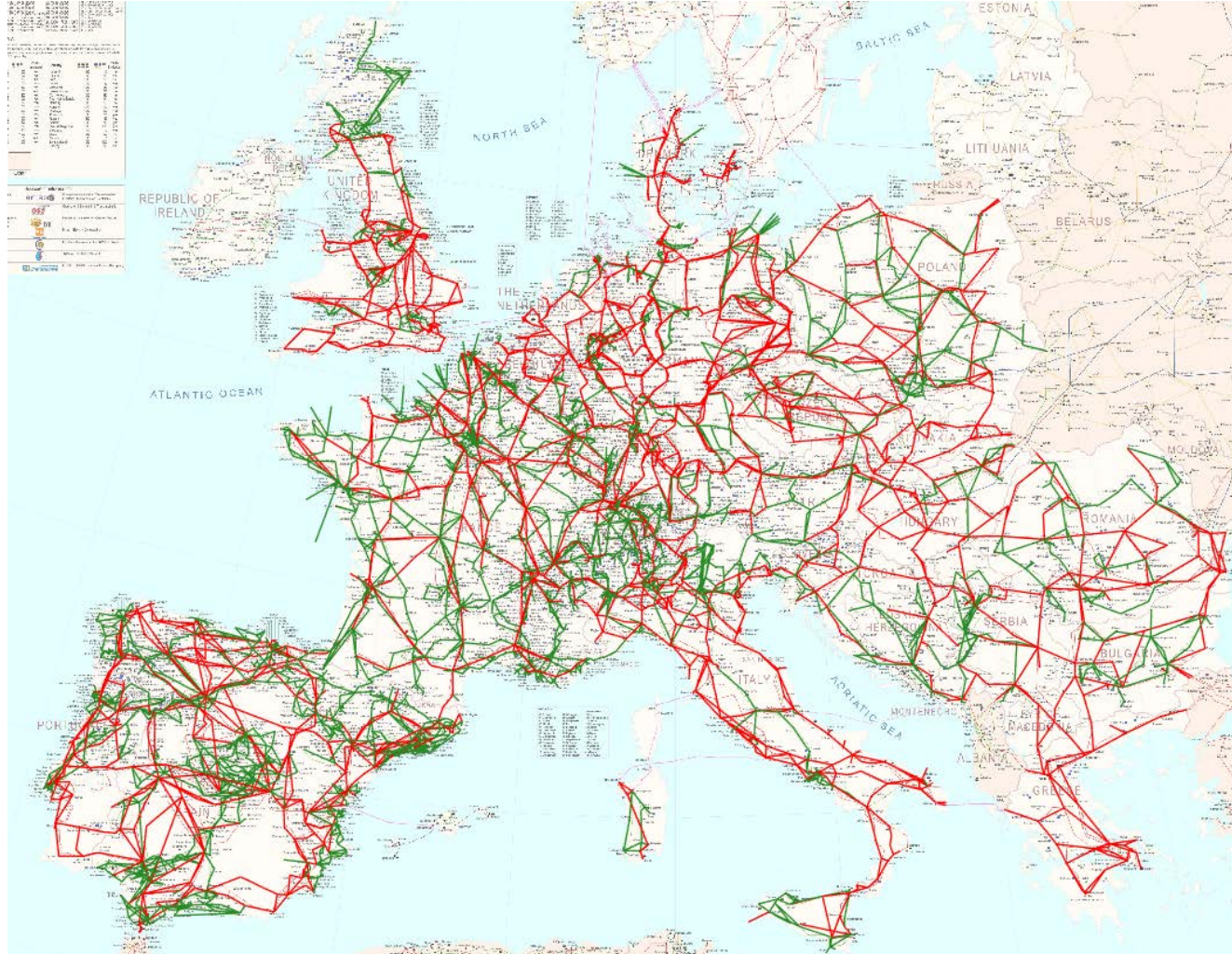
Steiermark-News ▼ Steiermark-Magazin ▼ Der ORF Steiermark ▼ Volksgruppen Ganz Österreich

CHRONIK

Schnee: Tausende Haushalte ohne Strom

Ein Italien-Tief hält seit Tagen nicht nur die steirischen Feuerwehren auf Trab: Rund 11.000 Haushalte waren Donnerstagfrüh ohne Strom. Ein Großteil davon in den Bezirken Leibnitz sowie in der Weststeiermark, hieß es seitens der Energie Steiermark.

Quelle: orf



Hochspannungsnetz in Europa

220 kV und 380 kV

„Maschen“, alle Umspannwerke
zweiseitig angespeist

Analogie zum Straßenverkehr:
„Autobahn“

Für einen großflächigen Ausfall im Hochspannungsnetz reicht im Allgemeinen nicht **ein** Ereignis (**n-1-sicheres Netz**), ...

... aber wenn mehrere Faktoren zusammenkommen

- starke Netzbelastung,
- hoher Stromtransport,
- wichtige Leitungen nicht verfügbar wegen Revision,
- wichtige Kraftwerke nicht verfügbar wegen Revision, ...

dann kann ein Ereignis der Tropfen sein, der das Fass zum Überlaufen bringt.

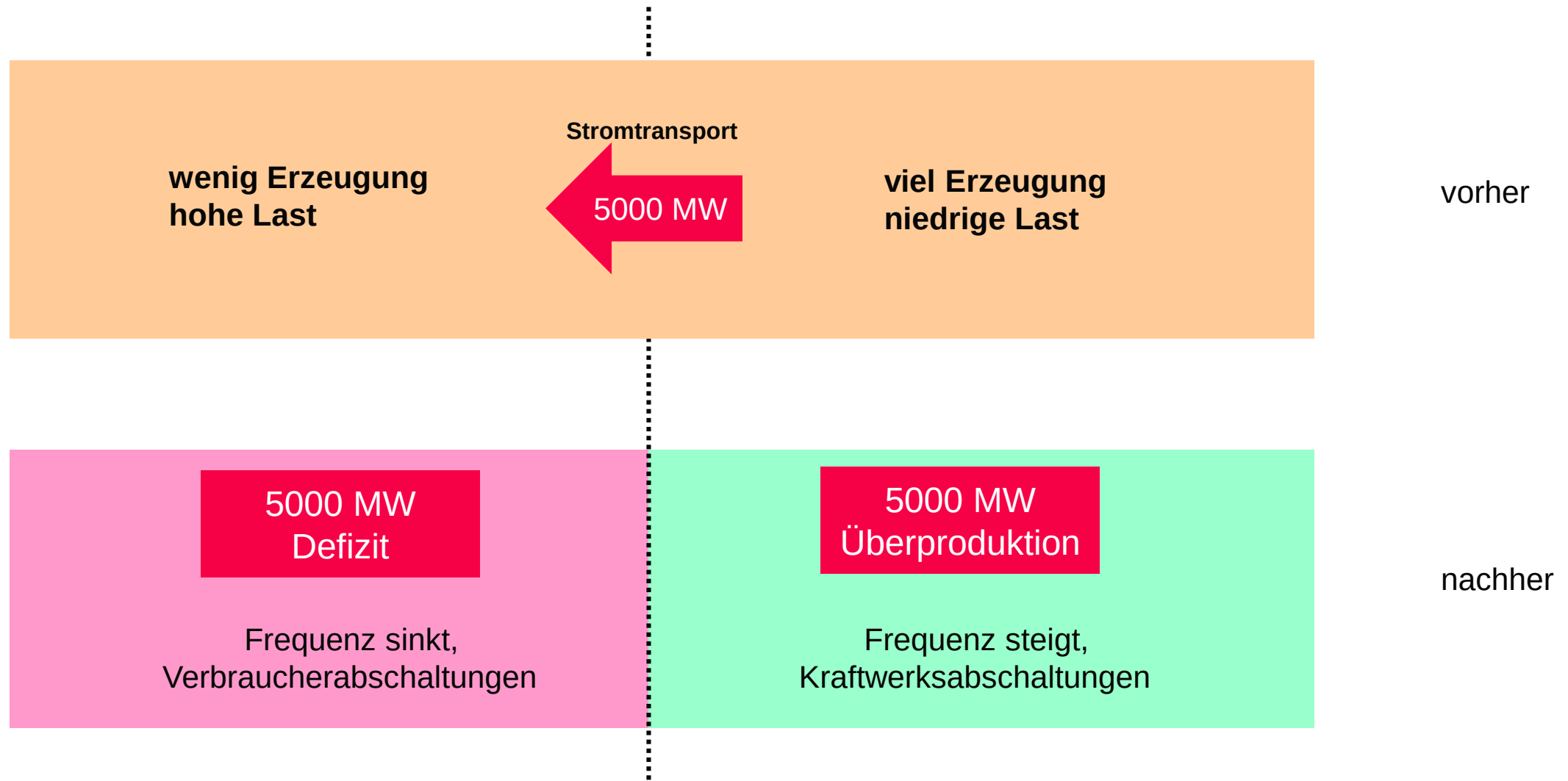
Aktuelles technisches Bedrohungsszenario:

„System split“, (Netztrennung)

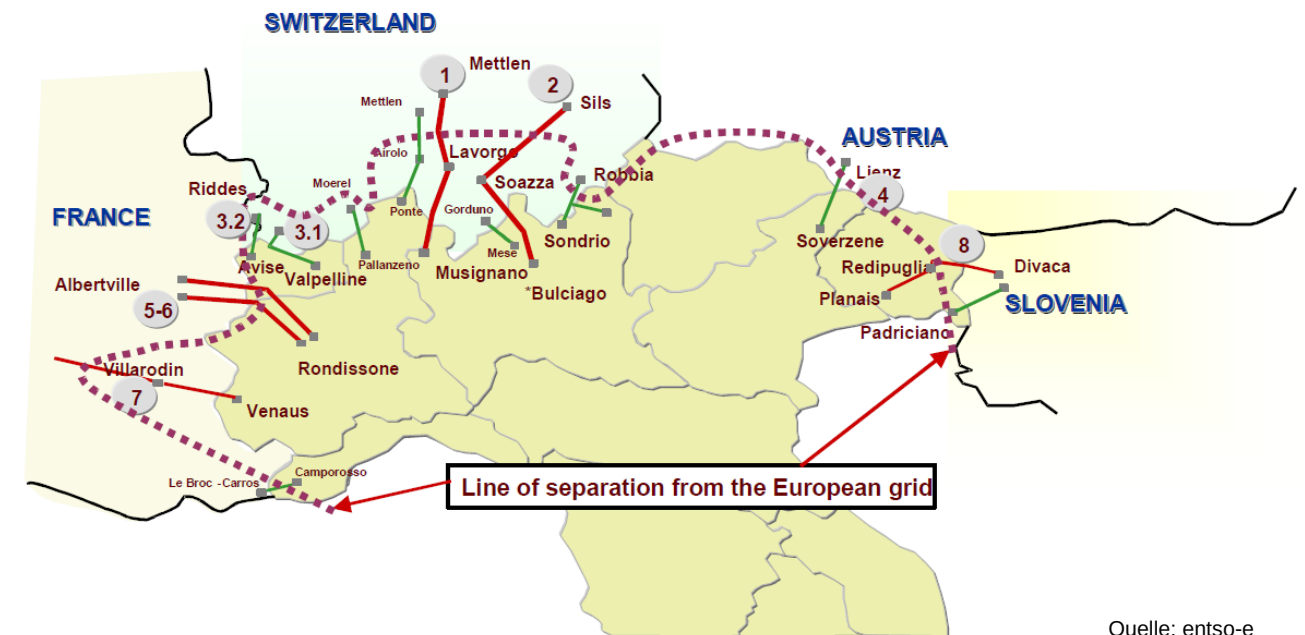
Eine Netztrennung ist immer dann ein Problem, wenn Erzeugung und Verbrauch in einer Region **nicht ausgeglichen** sind.

Das kann unterschiedliche Gründe haben:

- Erzeugungsschwerpunkte liegen nicht verbrauchernah
 - z.B. Speicherkraftwerke in den Alpen, Offshore-Windparks
- Marktwirtschaftliche Gründe führen zu hohen Stromtransporten
 - regional niedrige Strompreise aufgrund von starker Windeinspeisung, guter Wasserführung, ...



- **Italien importiert 7000 MW** (zum Vergleich: Höchstlast in AT ca 10000 MW)
- **Grenzleitungen sind stark ausgelastet**
- **Eine Leitung wird wegen eines Kurzschlusses abgeschaltet**
- **Die Grenze Italien-EU öffnet sich wie ein „Reißverschluss“**
(kaskadierte Leitungsausfälle)
- **Italien kann die Frequenz nicht stabilisieren, es folgt ein Blackout**

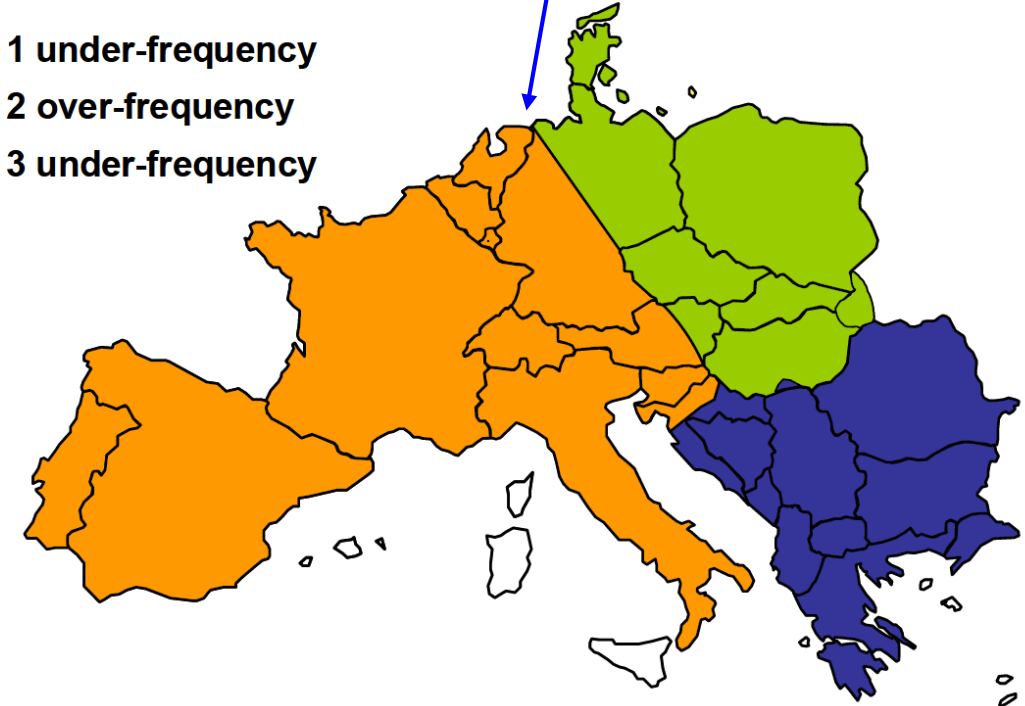


Quelle: entso-e

- Sehr starke Transporte von Osteuropa nach Westeuropa (10000 MW)
- Leitungen sind stark ausgelastet
- Die geplante Abschaltung einer Leitung („Kreuzfahrtschiff“) führt zu einer Kettenreaktion
- Trennung von Ost- und Westeuropa , wie wie ein „Reißverschluss“ von Norden nach Süden
- Westeuropa hat Unterfrequenz
- Massive Verbraucherabschaltungen
- Vollständiger Netzzusammenbruch knapp vermieden

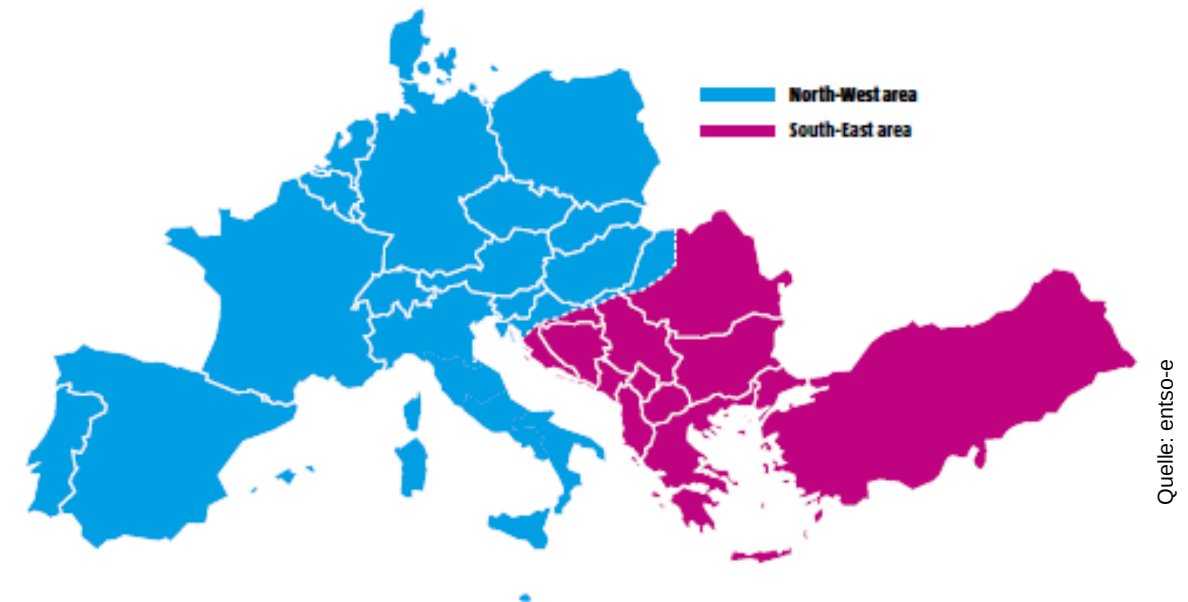


- Area 1 under-frequency
- Area 2 over-frequency
- Area 3 under-frequency



Quelle: entso-e

- Sehr starke Transporte von Süd-Osteuropa nach NordWesteuropa (6000 MW)
- Leitungen sind stark ausgelastet
- Öffnen eines Schalters in einem Umspannwerk führt zu „Reißverschluss“
- Nord-Westeuropa hat Unterfrequenz, Süd-Osteuropa hat Überfrequenz
- Erhöhung der Erzeugung, Unterstützung durch UK und Skandinavien, Abschaltung von Verbrauchern
- Netzzusammenbruch erfolgreich vermieden



... dann erfolgt der Netzwiederaufbau:

- **Zentrale und regionale Konzepte, je nach Ausgangslage:**
 - o Ursache für Blackout?
 - o Schäden im Leitungsnetz und an Kraftwerken?
- **Gute Voraussetzungen in Österreich wegen Wasserkraftwerken:**
 - o unabhängig von Brennstoffen
 - o schwarzstartfähig, Hochlauf ohne Hilfsenergie möglich

Netzwiederaufbau muss regelmäßig geübt werden!

- o Mehrere Netzbetreiber und Kraftwerksbetreiber üben eine Krisensituation gleichzeitig
- o Trainingsumgebung ähnlich wie reale Schaltwarte
- o Training erfolgt in Echtzeit, der Netzwiederaufbau dauert also auch im Training mehrere Stunden
- o Kommunikation zwischen den Beteiligten ist ein wichtiger Faktor!
- o Training spezieller Szenarien ist möglich



Ausgangslage:

- *Nach schweren Unwettern ist ganz West- und Mitteleuropa finster;*
- *Aus Ungarn steht Spannung an, aber nicht sicher;*
- *Im Bereich Kaprun sind durch Murenabgänge einige Leitungen sowie das KW Kaprun nicht verfügbar.*
- *Wetter: Starklast und böiger Wind, gute Wasserführung bei Flüssen, ungünstige Pegelstände in Speichern*

Zusätzliche Störfaktoren:

- *Ein deutsche Energieunternehmen meldet sich telefonisch bei den Vorarlberger Illwerken und bittet um Durchschaltung der Spannung zum Atomkraftwerk Grundremmingen zur Eigenbedarfs-Sicherung.*
- *Der Bürgermeister einer Landeshauptstadt meldet sich telefonisch in der Leitwarte und fragt mehrmals nach, wann denn seine Stadt endlich wieder versorgt wird.*
- ...



- **Training im echten Netz**

- o Dazu werden echte Kraftwerke und Leitungen benötigt, der Test kann also nur in enger Abstimmung mit allen Netz- und Kraftwerksbetreibern erfolgen
- o Kunden dürfen nicht betroffen sein
- o Kommunikation zwischen den beteiligten Partnern äußerst wichtig
 - o Rede-Disziplin
 - o Gleiches verwendetes Fachvokabular
- o Die Mitarbeiter lernen, ihre Maschinen abweichend vom Normalbetrieb zu bedienen
- o Diese Tests bringen unter anderem auch versteckte Fehler zum Vorschein
- o Die **Theorie** (Simulator) ist oft anders als die **Praxis** (Training im Netz)!



- **Nachhaltige Netzplanung und Netzausbau**
 - o Vorbereitung auf marktwirtschaftliche und energiepolitische Szenarien
- **Sicherer Netzbetrieb**
 - o Monitoring, um rechtzeitig Probleme zu erkennen
 - o Fernsteuerbarkeit, um reagieren zu können
- **Wenn es trotzdem schief geht ...**
 - o Funktionierende Schutzkonzepte, um Fehler einzugrenzen
- **... und wenn alles finster ist:**
 - o Robuste und flexible Netzwiederaufbaukonzepte
 - o Geeignete Infrastruktur und geschultes Personal



Quelle: APG



ELEKTRISCHE ANLAGEN & NETZE TU GRAZ